

**Cercl'
Air**

Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute
Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air
Società svizzera dei responsabili della protezione dell'aria
Swiss society of air protection officers

10 juin 2015

Recommandation N° 27b

Indice de pollution de l'air à long terme IPL

Systeme d'indice suisse destiné à la communication
sur la pollution de l'air à long terme avec
prise en compte des effets sur la santé

Table des matières :

1. But du document.....	3
2. Indice de pollution de l'air à long terme (IPL)	3
3. Formules de calcul de l'IPL	4
3.1 Exemples pour le calcul de l'IPL.....	5
4. Effets sur la santé en rapport avec l'indice de pollution à long terme (IPL)	6
5. Littérature	9
Annexe 1: Définition du mode de calcul de l'IPL	10
Annexe 2: Tableau des couleurs selon le standard RGB	11
Annexe 3: Echelle de gris pour des imprimés en noir et blanc	11

Cercl'Air_Recommandation_27b_10.06.2015.docx

Réalisé par le groupe de travail Cercl'Air Air-Info :

Markus Camenzind (LHA Basel, chef de projet)
Richard Ballaman (OFEV)
Peter Federer (OSTLUFT)
Patrizia Frei (Ligue suisse contre le cancer)
Peter Kägi (inNET Monitoring AG)
Pierre Kunz (GE, traduction)
Markus Schenk (AG)
Rolf Stampfli (SO)
Marco Steiger (TI)
Elena Strozzi, en alternance avec Fabian Putzing (Ligue pulmonaire suisse)
Hans-Peter Tschirren (BE)

Evaluation des effets sur la santé : Regula Rapp (Swiss TPH, Bâle)

1. But du document

Le présent document fournit la base technique pour une **application uniforme** d'un indice suisse de pollution de l'air à long terme IPL. Cet indice s'appuie principalement sur les valeurs limites d'immissions de l'Ordonnance fédérale sur la protection de l'air (OPair)¹, ainsi que sur les connaissances relatives aux effets sur la santé² des indicateurs individuels de pollution

2. Indice de pollution de l'air à long terme (IPL)

Comme l'indice de pollution de l'air à court terme (IPC), l'IPL est calculé sur la base des données mesurées pour l'ozone, le dioxyde d'azote et les PM10. Contrairement à l'IPC, l'objectif premier de l'IPL n'est pas de servir l'actualité, mais plutôt de caractériser l'état de pollution de l'air moyen, respectivement chronique. C'est pourquoi, l'IPL est calculé à partir des données mesurées au cours des derniers 12 mois. Il est recommandé que l'IPL soit établi sur la base de données validées.

Au cas où un polluant ne serait pas complètement mesuré, une répartition en classes d'indices partiels peut également être établie sur la base d'estimations fiables (voir Annexe 1).

La détermination de l'indice de pollution de l'air à long terme IPL s'effectue en deux étapes :

1. Détermination d'indices partiels pour les polluants indicateurs PM10, NO₂ et O₃

Les valeurs annuelles mesurées pour chaque polluant sont comparées à la valeur limite annuelle correspondante (PM10, NO₂, 98^e percentile O₃). Suivant le rapport obtenu, un indice partiel est établi pour chaque polluant indicateur selon le tableau 1 :

Niveau	Description	Poussières fines PM10 (µg/m ³)	Dioxyde d'azote NO ₂ (µg/m ³)	Ozone 98 percentile O ₃ (µg/m ³)
		Rapport vis-à-vis de la valeur limite annuelle		
6	très élevée	> 1.5		
5	élevée	> 1.25 - ≤ 1.5		
4	marquée	> 1.0 - ≤ 1.25		
3	significative	> 0.75 - ≤ 1.0		
2	modérée	> 0.5 - ≤ 0.75		
1	faible	0 - ≤ 0.5		

Valeur limite annuelle	20	30	100
------------------------	----	----	-----

Facteur de pondération	4.5	4.5	1
------------------------	-----	-----	---

Tableau 1: Grille d'appréciation de l'IPL

¹ Valeurs limites de l'OPair, Annexe 7 (cf. Annexe 1: explication de l'échelonnement des niveaux de l'indice).

² Au moyen d'une concentration moyenne mesurée d'un polluant indicateur durant l'intervalle de temps considéré (voir chapitre 4).

2. Elaboration d'une valeur moyenne pondérée

Les indices partiels obtenus selon le tableau 1 sont multipliés pour chaque polluant par le facteur de pondération correspondant (→), puis les résultats sont sommés, le total est alors divisé par la somme des facteurs de pondération. De cette valeur moyenne pondérée résulte l'indice de pollution à long terme IPL selon la règle d'arrondissement présentée dans le tableau 2.

IPL	Pollution	Moyenne pondérée
6	très élevée	> 5.5
5	élevée	> 4.5 - ≤ 5.5
4	marquée	> 3.5 - ≤ 4.5
3	significative	> 2.5 - ≤ 3.5
2	modérée	> 1.5 - ≤ 2.5
1	faible	0 - ≤ 1.5

Tableau 2: Valeurs moyennes pondérées par catégorie de pollution

3. Formules de calcul de l'IPL

Calcul des indices partiels pour chaque polluant

$$\text{Indice partiel PM}_{10} : \frac{JM(PM10)}{20} = \mathbf{x} \rightarrow \text{classement selon le tableau 1} \quad [1]$$

$$\text{Indice partiel NO}_2 : \frac{JM(NO2)}{30} = \mathbf{y} \rightarrow \text{classement selon le tableau 1} \quad [2]$$

$$\text{Indice partiel O}_3 : \frac{98\text{percentile}(O3)}{100} = \mathbf{z} \rightarrow \text{classement selon le tableau 1} \quad [3]$$

Les valeurs moyennes annuelles et le 98 percentile sont calculés à une décimale près (selon la recommandation de la mesure des immissions des polluants de l'air, OFEV 2004).

Elaboration de la valeur moyenne pondérée

$$\text{IPL} = \frac{\sum ((4.5 * x) + (4.5 * y) + (1 * z))}{10} \quad [4]$$

Légende: JM = Valeur moyenne annuelle
98 percentile (O₃) = Valeur O₃ 98 percentile la plus élevée de l'année précédente (valeur mensuelle)

3.1 Exemples pour le calcul de l'IPL

Polluant [unité]	PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Valeurs mesurées	25	25	165.4
Indices partiels : (classement → Tab. 1)	$25 / 20 = 1.25$ → Indice 4	$25 / 30 = 0.83$ → Indice 3	$165.4 / 100 = 1.65$ → Indice 6
Moyenne pondérée (classement → Tab. 1 & 2)	$(4.5 \cdot 4) + (4.5 \cdot 3) + (1 \cdot 6) = 37.5 / 10 = 3.8$ → Indice 4		
IPL (formulé)	Indice-niveau 4 : pollution de l'air marquée		

Polluant [unité]	PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Valeurs mesurées	13	8	171.4
Indices partiels : (classement → Tab. 1)	$13 / 20 = 0.65$ → Indice 2	$8 / 30 = 0.26$ → Indice 1	$171.4 / 100 = 1.71$ → Indice 6
Moyenne pondérée (classement → Tab. 1 & 2)	$(4.5 \cdot 2) + (4.5 \cdot 1) + (1 \cdot 6) = 19.5 / 10 = 2.0$ → Indice 2		
IPL (formulé)	Indice-niveau 2 : pollution de l'air modérée		

4. Effets sur la santé en rapport avec l'indice de pollution à long terme (IPL)

La législation sur la protection de l'air est en vigueur depuis le milieu des années huitante. Grâce aux nombreuses mesures de protection prises depuis lors, la qualité de l'air s'est nettement améliorée en Suisse. Pour les individus, le risque d'atteinte à la santé, voire de décès, dû à la pollution de l'air, a diminué de manière sensible.

La pollution de l'air reste assurément un problème majeur de santé publique, provoquant en Suisse annuellement plusieurs milliers de décès prématurés et de multiples cas de maladies, ainsi que des coûts sanitaires externes non supportés par les pollueurs. La végétation souffre également de la pollution atmosphérique. Contrairement à l'IPC, l'IPL prend en considération les effets sur la santé de la population d'une exposition chronique et élevée aux polluants.

Précédemment, les indices déterminés pour les polluants PM10, NO₂ et ozone étaient pondérés de façon différente (6:3:1), surtout en rapport avec les effets chroniques sur la santé. Jusqu'à présent, les conséquences sanitaires étaient décrites avant tout pour les PM10 et non pour le NO₂, alors que les effets à long terme de l'ozone n'étaient pas mis en évidence.

Toutefois, ces conditions ont été modifiées dans le cadre du projet HRAPIE (2014) avec la proposition de nouveaux indicateurs pour évaluer les effets à long terme du NO₂ et des PM10, cette évaluation pourrait être appliquée pour quantifier les dommages consécutifs.

Selon Hoek, G. (2013), l'ordre de grandeur de l'effet des deux polluants PM10 et NO₂ est quasiment le même par rapport à la mortalité prématurée (augmentation de 0,55% de la mortalité par µg NO₂/m³ supplémentaire dès une charge moyenne minimale de 20 µg NO₂/m³, en comparaison accroissement de 0,45% de la mortalité par µg/m³ PM10 sans limite minimale de pollution). Ainsi, du point de vue toxicologique et sanitaire, rien ne permet la conservation de la pondération précédente des polluants pour calculer l'indice. Les effets à long terme de l'ozone sur la santé n'ont pas pu être démontrés jusqu'à présent, cependant les dommages attestés sur la forêt et l'agriculture s'opposent à la suppression de l'ozone dans l'IPL.

Sur la base de ces nouvelles connaissances et réflexions, les indices déterminants pour les polluants PM10, NO₂ et O₃ ont été nouvellement pondérés dans l'IPL (4,5:4,5:1). Toutefois dans l'ensemble, l'indice ne s'en trouve que peu modifié. La nouvelle pondération des polluants débouche sur des valeurs légèrement meilleures pour des stations de fond situées dans des zones rurales ou suburbaines, ainsi que sur des valeurs un peu plus mauvaises pour des stations de type rural/trafic, suburbain/trafic, urbain/trafic et urbain/pollution de fond.

Un autre aspect se révèle lorsqu'on considère la répartition de la pollution, calculée avec les indices pour les différents polluants, face à la population. Ainsi, la part de la population affectée par des valeurs excessives de poussières fines est probablement plus élevée, dans tous les cantons, que la part de la population soumise à des valeurs excessives de NO₂. Dès lors, il apparaît nécessaire de disposer d'une pondération selon la population pour pouvoir juger de son exposition à la pollution de l'air. Ceci fera l'objet de la recommandation Cercl'Air 27c.

Propositions de formulation pour l'IPL :

La communication sur les effets sanitaires de la pollution à long terme doit se faire selon le principe du Top-Down :

- a) Indice global IPL comme indicateur pour caractériser la pollution moyenne en un lieu
- b) Effets sanitaires pour les indices partiels PM10 et NO₂

IPL niveau 1 : "La pollution de l'air est faible"

Il ne faut pas s'attendre à des atteintes à la santé.

IPL niveau 2 : "La pollution de l'air est modérée"

Il est possible que des atteintes à la santé surviennent.

IPL niveau 3 : "La pollution de l'air est significative"

Des atteintes à la santé peuvent survenir. Sont concernés principalement les enfants, les personnes âgées et les personnes souffrant déjà de problèmes pulmonaires ou cardiaques.

IPL niveau 4 : "La pollution de l'air est marquée"

Des atteintes à la santé peuvent survenir plus fréquemment. Sont concernés principalement les enfants, les personnes âgées et les personnes souffrant déjà de problèmes pulmonaires ou cardiaques.

IPL niveau 5 : "La pollution de l'air est élevée"

Des atteintes à la santé peuvent survenir souvent. Sont concernés principalement les enfants, les personnes âgées et les personnes souffrant déjà de problèmes pulmonaires ou cardiaques.

IPL niveau 6 : "La pollution de l'air est très élevée"

Des atteintes à la santé peuvent survenir très souvent. Sont concernés principalement les enfants, les personnes âgées et les personnes souffrant déjà de problèmes pulmonaires ou cardiaques.

Pour détailler le cas b), les effets sanitaires suivants peuvent être quantifiés ***pour l'indice partiel PM10*** (en comparaison avec le niveau 1) :

Effets pour le niveau 2 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- environ 4% *mortalité* plus élevée (sans accidents)
- environ 10% davantage de cas de *bronchite chronique* chez les adultes
- environ 6% davantage de cas de *bronchite aiguë* chez les enfants

Effets pour le niveau 3 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- environ 6% *mortalité* plus élevée (sans accidents)
- environ 16% davantage de cas de *bronchite chronique* chez les adultes
- environ 10% davantage de cas de *bronchite aiguë* chez les enfants

Effets pour le niveau 4 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- environ 8% *mortalité* plus élevée (sans accidents)

- environ 20% davantage de cas de *bronchite chronique* chez les adultes
- environ 14% davantage de cas de *bronchite aiguë* chez les enfants

Effets pour le niveau 5 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- environ 10% *mortalité* plus élevée (sans accidents)
- environ 26% davantage de cas de *bronchite chronique* chez les adultes
- environ 18% davantage de cas de *bronchite aiguë* chez les enfants

Effets pour le niveau 6 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- plus de 11% *mortalité* plus élevée (sans accidents)
- plus de 30% davantage de cas de *bronchite chronique* chez les adultes
- plus de 20% davantage de cas de *bronchite aiguë* chez les enfants

Pour détailler le cas b), les effets sanitaires suivants peuvent être quantifiés **pour l'indice partiel NO₂** (en comparaison avec le niveau 1) :

Effets pour le niveau 2 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- environ 7% *mortalité* plus élevée (sans accidents)

Effets pour le niveau 3 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- environ 11% *mortalité* plus élevée (sans accidents)

Effets pour le niveau 4 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- environ 14% *mortalité* plus élevée (sans accidents)

Effets pour le niveau 5 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- environ 18% *mortalité* plus élevée (sans accidents)

Effets pour le niveau 6 en comparaison avec le niveau d'indice 1

- plus de 21% *mortalité* plus élevée (sans accidents)

5. Littérature

- [ARE 2013] Office fédéral du développement territorial ARE (2013). Coûts et bénéfices externes des transports en Suisse.
<http://www.are.admin.ch/dokumentation/publikationen/00015/00557/index.html?lang=fr>
- [FAUSTINI 2014] Faustini A, Rapp R, Forastiere F. Nitrogen dioxide and mortality: review and meta-analysis of long-term studies. *Eur Respir J* 2014; 44(3): 744-753.
- [HEIMTSA 2011] HEIMTSA 2011: D 3.1.2/3/4 – Final report on risk functions used in the case studies (<http://www.heimtsa.eu/>)
- [HOEK 2012] Hoek G, Pattenden S, Willers S et al. PM10 and children's respiratory symptoms and lung function in the PATY study. *Eur Respir J* 2012; 40(3): 538-547.
- [HOEK 2013] Hoek G, Krishnan RM, Beelen R. Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. *Environ Health* 2013; 12:43.
- [HRAPIE 2013] WHO Regional Office for Europe. Health risk of air pollution in Europe, Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. WHO, Copenhagen 2013.

Annexe 1 : Définition du mode de calcul de l'IPL

A) Recommandation de base : gestion annuelle¹ (année civile)

O ₃	valeur de 98 <i>percentile</i> la plus élevée de l'année précédente
NO ₂	valeur moyenne annuelle de l'année précédente
PM10	valeur moyenne annuelle de l'année précédente (alternative : les données de mesure des High volume samplers peuvent aussi être utilisées pour calculer l'IPL)

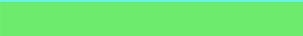
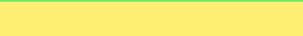
B) Variante : actualisation mensuelle¹ (avec des valeurs glissantes sur 12 mois)

O ₃	valeur glissante du 98 <i>percentile maximal</i> des 12 derniers mois
NO ₂	valeur moyenne annuelle glissante calculée sur la base des valeurs moyennes semi-horaires des derniers 12 mois
PM10	valeur moyenne annuelle glissante calculée sur la base des valeurs moyennes semi-horaires des derniers 12 mois (alternative : les données de mesure des High volume samplers peuvent aussi être utilisées pour calculer l'IPL)

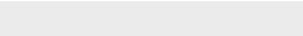
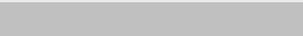
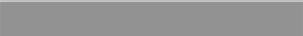
Si toutes les valeurs mesurées, servant de paramètres et satisfaisant aux critères de qualité cités ci-dessus, ne sont pas disponibles sur un site, la détermination de la valeur moyenne annuelle de NO₂ peut également se faire à l'aide des données de capteurs passifs. Pour les PM10, une estimation fiable de l'indice partiel PM10 peut être faite sur la base de mesures par sondage (par exemple échantillonnage tous les 4 jours) ou, à la rigueur, également par analogie avec des sites comparables ayant des mesures de PM10.

¹ Datenvollständigkeitsregel gemäss Messempfehlung Immissionsmessung von Luftfremdstoffen BUWAL 2004

Annexe 2 : Tableau des couleurs selon le standard RGB

Indice Niveau	Couleur	RGB Définition de la couleur
1		86 249 251
2		81 245 81
3		246 244 81
4		251 183 86
5		251 101 86
6		250 87 252

Annexe 3 : Echelle de gris pour des imprimés en noir et blanc

Indice Niveau	Graduation en n/b	Niveau de gris	Ecriture
1		blanc	noir / normal
2		gris-10%	noir / normal
3		gris-30%	noir / normal
4		gris-50%	noir / normal
5		gris-70%	blanc / normal
6		noir	blanc / gras